

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**BUNDEREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 28 JUL 2000

PCT

EP 00/2351  
EU

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 199 11 504.4

**Anmeldetag:** 16. März 1999

**Anmelder/Inhaber:** Südzucker Aktiengesellschaft Mannheim/Ochsenfurt,  
Mannheim/DE

**Erstanmelder:** Professor Dr. Klaus-Dieter Vorlop,  
Braunschweig/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur industriellen Oxidation von Alkoholen,  
Aldehyden oder Polyhydroxyverbindungen

**IPC:** C 07 B, B 01 J, C 07 C

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Anmeldung.

München, den 6. Juni 2000  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Wehner

**GRAMM, LINS & PARTNER**  
**Patent- und Rechtsanwaltssozietät**  
Gesellschaft bürgerlichen Rechts

GRAMM, LINS & PARTNER GbR, Theodor-Heuss-Str. 1, D-38122 Braunschweig

Herrn  
Prof. Dr. Klaus-Dieter Vorlop  
Hochstraße 7

38102 Braunschweig

Unser Zeichen/Our ref.:  
1752-006 DE-1

**Braunschweig:**

Patentanwalt Prof. Dipl.-Ing. Werner Gramm\*\*  
Patentanwalt Dipl.-Phys. Dr. jur. Edgar Lins\*\*  
Rechtsanwalt Hanns-Peter Schrammek  
Patentanwalt Dipl.-Ing. Thorsten Rehmann\*\*  
Patentanwalt Dipl.-Ing. Justus E. Funke\*\* (†1997)  
Rechtsanwalt Christian S. Drzymalla  
Patentanwalt Dipl.-Phys. Ulrich H. Bremer\*\*  
Patentanwalt Dipl.-Ing. Hans Joachim Gerstein\*\*

**Hannover:**

Patentanwältin Dipl.-Chem. Dr. Martina Läufer\*\*

\* European Patent Attorney  
° European Trademark Attorney

Datum/Date

16. März 1999

Verfahren zur industriellen Oxidation von Alkoholen, Aldehyden  
oder Polyhydroxyverbindungen.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur industriellen Oxidation  
von Alkoholen, Aldehyden oder Polyhydroxyverbindungen in wäss-  
riger Phase.

In vielen industriellen Prozessen spielt die Oxidation von Alko-  
holen, Aldehyden oder Polyhydroxyverbindungen in wässriger Phase  
eine entscheidende Rolle und bildet häufig das kritische Stadium  
von Syntheseverfahren.

So wird beispielsweise die für viele technische Anwendungen be-  
nötigte D-Gluconsäure durch eine Oxidation von D-Glucose herge-  
stellt, die als mikrobielle Oxidation mit *Aspergillus niger* aus-  
geführt wird.

Eine weitere wichtige Oxidation ist die Bildung von 2-Keto-L-  
Gulonsäure aus Sorbose als Zwischenschritt der Herstellung von  
Ascorbinsäure (Vitamin C). Das klassische Reichstein-Verfahren  
sieht hierfür eine Zweistufen-Reaktion vor, bei der aufwendig

Antwort bitte nach / please reply to:

**Hannover:** Koblenzer Straße 21  
D-30173 Hannover  
Bundesrepublik Deutschland  
Telefon 0511 / 988 75 07  
Telefax 0511 / 988 75 09

**Braunschweig:** Theodor-Heuss-Straße 1  
D-38122 Braunschweig  
Bundesrepublik Deutschland  
Telefon 0531 / 28 14 0-0  
Telefax 0531 / 28 140 28

eine L-Sorbofuranose gebildet wird, die anschließend zu der 2-Keto-L-Gulonsäure, beispielsweise auf elektrochemischem Wege oder katalytisch mit Nickeloxid, oxidiert wird.

Es ist grundsätzlich bekannt, derartige Oxidationsreaktionen auch katalytisch, insbesondere unter Einsatz von Edelmetallkatalysatoren, vorzunehmen, wobei milde Reaktionsbedingungen hinsichtlich des pH-Wertes und der Reaktionstemperatur ermöglicht werden. Besonders geeignete Katalysatormetalle sind dabei Platin, aber auch Palladium und eventuell Rhodium, wobei grundsätzlich alle Edelmetalle unter Berücksichtigung ihrer Aktivität und ihrer Sauerstofftoleranz in Frage kommen.

Der industrielle Einsatz der theoretisch möglichen katalytischen Oxidation ist bis heute an Desaktivierungserscheinungen der Katalysatoren gescheitert (vgl. Mallat, Baiker "Oxidation of alcohols with molecular oxygen on platinum metal catalysts aqueous solutions" in Catalysis Today 19 (1994), S. 247 - 284). Die Desaktivierung der Katalysatoren wird dabei auf die Bildung von Katalysatorgiften, eine Überoxidation der Edelmetalloberfläche und auf eine Oberflächenkorrosion und -umstrukturierung des Edelmetalls zurückgeführt. Da einige der Desaktivierungseffekte des Katalysators irreversibel sind und daher durch eine Regenerierung nicht behoben werden können, scheitert die industrielle Anwendung an der geringen Standzeit der Katalysatoren und dem damit erforderlichen hohen Einsatz an Edelmetallmaterial, der das Verfahren unwirtschaftlich macht. Die aufgrund der Desaktivierungseffekte auftretende Metallablösung verursacht nicht nur hohe Kosten für das eingesetzte Edelmetall sondern führt auch zur Kontamination des katalytisch hergestellten Produktes.

Eine vorgeschlagene Verwendung von mit Promotermetallen versehenen Edelmetallkatalysatoren hat eine gewisse Verringerung der irreversiblen Desaktivierungseffekte erbracht, die jedoch bei weitem noch nicht ausreicht, daß katalytische Oxidationsverfahren wirtschaftlich konkurrenzfähig zu bisher angewendeten Verfahren zu machen.

Die gravierenden Desaktivierungseffekte für die Durchführung einer Oxidationsreaktions haben daher dazu geführt, die Anwendung von Edelmetallkatalysatoren in der Praxis nur noch für bezüglich der Desaktivierung weniger aggressive Reaktionen durchzuführen, insbesondere für Hydrierreaktionen. Bei der Weiterentwicklung der Katalysatoren für diesen Zweck ist die Vergrößerung der Katalysatoroberfläche durch die Bildung von sehr feinen Edelmetallpartikeln (Nanopartikel) durch eine Herstellung des Katalysators aus einem Kolloid durchgeführt worden. Die Separierung der Nanopartikel voneinander und eine Verhinderung eines Zusammenbackens der Nanopartikel ist dadurch erreicht worden, daß das Kolloid mit einem geeigneten Polymer versehen worden ist, so daß die Nanopartikel durch eine Polymerhülle umschlossen worden sind. Es ist dabei auch angestrebt worden, die Anfälligkeit der Metallpartikeloberflächen gegen Desaktivierungserscheinungen, beispielsweise durch Katalysatorgifte, zu vermindern. Es sind daher für Hydrierreaktionen Edelmetallkatalysatoren eingesetzt worden, die aus polymergeschützten Pt- oder Pd-Nanopartikeln gebildet worden sind.

Zur Gewährleistung einer gleichmäßigen Verteilung der Nanopartikel ist auch vorgeschlagen worden, die Nanopartikel mit Tensiden zu umgeben, um beim Aufbringen auf einen Träger eine gleichmäßige Verteilung zu erzielen. Bei dieser Technik wird die Tensidhülle allerdings nach der gleichmäßigen Verteilung der Partikel aufgelöst, um die Katalysatorwirkung zu erzielen, so daß die einzige Funktion des Tensids in der Erzielung der gleichmäßigen Verteilung liegt.

Es ist auch vorgeschlagen worden, polymergeschützte Nanopartikel-Katalysatoren als Bimetall- oder gar Trimetallkatalysatoren auszubilden. Während die Kombination von Edelmetallen der Selektivitätssteuerung dient, läßt die Kombination von Edelmetall mit einem oder zwei Promotormetallen Erfolge bei der Verminderung der Desaktivierung der Katalysatoren zu. Dadurch wurden für die Hydrierreaktion und gegebenenfalls andere Reduktionsreaktionen Perspektiven für eine praktische Anwendung eines katalytischen

Verfahrens eröffnet. Die bezüglich der Desaktivierung des Katalysators wesentlich aggressivere Oxidation ist in dieser Hinsicht wegen der bestehenden Aussichtslosigkeit gar nicht mehr untersucht worden.

Für die gattungsgemäßen Oxidationsreaktionen muß daher weiter auf die bezüglich der Umwelteinflüsse aggressiven oder nur sehr umständlich zu beherrschenden bekannten Verfahren zurückgegriffen werden, obwohl erhebliche Bemühungen unternommen worden sind, zu einfacheren und unter mildereren Reaktionsbedingungen ablaufenden Verfahren zu gelangen.

Ausgehend von dem Bestreben, ein industriell anwendbares Verfahren zur Oxidation von Alkoholen, Aldehyden oder Polyhydroxyverbindungen in wässriger Phase anzugeben, das unter mildereren Reaktionsbedingungen abläuft, wird erfindungsgemäß vorgesehen, daß die Oxidation katalytisch unter Verwendung eines aus polymerstabilisierten Nanopartikeln gebildeten Edelmetallkatalysators vorgenommen wird.

Die vorliegende Erfindung beruht auf der für die Fachwelt absolut überraschenden und nicht zu erwartenden Erkenntnis, daß aus polymerstabilisierten Nanopartikeln gebildete Edelmetallkatalysatoren bei der katalytischen Oxidation von Alkoholen, Aldehyden oder Polyhydroxyverbindungen in wässriger Phase nicht deaktiviert werden, solange die stabilisierende Wechselwirkung zwischen Polymer und Nanopartikeln erhalten bleibt. Dabei ist es erfindungsgemäß nicht erforderlich, daß dem Edelmetallkatalysator ein Promotermetall zugegeben wird, auch wenn dies bei dem erfindungsgemäßen Verfahren naturgemäß ebenfalls möglich ist.

Für einen ständig wiederholten Einsatz der erfindungsgemäßen Katalysatorpartikel ist in Betracht zu ziehen, daß die Polymerhülle um die Nanopartikel abgelöst bzw. verbraucht wird. Es ist daher erfindungsgemäß besonders zweckmäßig, wenn in die wässrige Phase kontinuierlich oder in geeigneten Zeitabständen eine Zugabe des die Nanopartikel stabilisierenden Polymers erfolgt, um

auf diese Weise sicherzustellen, daß die wirksame Polymerhülle um die Nanopartikel erhalten bleibt.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren können die Nanopartikel in an sich bekannter Weise auf einem Trägermaterial immobilisiert werden, wobei als Trägermaterial vorzugsweise ein poröses Material in zusammenhängender Form oder in Pulverform verwendet wird oder die polymer stabilisierten Nanopartikel in einer Gelstruktur immobilisiert werden.

Als Immobilisierungsmaterialien mit Hilfe einer Adsorption kommen insbesondere in Frage:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ , Aktivkohle, Polymerlatex, Polystyrollatex, Polyacrylamid Gel, Deloxan (Alkylsulfonsäurepolysiloxan), Aminoethyl Bio-Gel P-150. Eine Einschlußimmobilisierung kann in Alginaten, Polyvinylalkohol, Polyurethanen o.ä. erfolgen.

Als die Nanopartikel schützende Polymere kommen zahlreiche Homopolymere, Copolymere und insbesondere Block-Copolymere und Pfropf-Copolymere in Frage. Insbesondere sind zu nennen Polyvinylpyrrolidone und geeignete Derivate, Polyvinylalkohol, Polyacrylsäure, Poly(2-Ethyl-2-Oxazolin), Poly(2-Hydroxypropylmethacrylat), Poly(Methylvinylether-Co-Maleinanhydrid), Polymethacrylsäure, Poly(1-Vinylpyrrolidon-Co-Acrylsäure), Poly(Styrolsulfonsäure), Poly(2-Acrylamido-2-Methyl-1-Propansulfonsäure), Poly(Vinylphosphonsäure), Polydiallyldimethylammoniumchlorid (PDADMAC), Polymethacrylamidopropyltrimethylammoniumchlorid, Poly(3-Chloro-Hydroxy-Propyl-2-Methacryloxy-Ethyl-dimethylammoniumchlorid).

Die Wahl des geeigneten Polymers hat bekanntermaßen eine Auswirkung auf die Selektivität des gebildeten Edelmetallkatalysators.

Die erfindungsgemäßen Katalysatoren können auch als Kolloide/Cluster verwendet werden, wobei die aktive Komponente in Form freier, d.h. nicht immobilisierter Kolloide oder Cluster vorliegt. Die größte Anordnung dieser Kolloide/Cluster liegt im



Nanometerbereich. Wesentlich ist lediglich, daß die Kolloidteilchen und Cluster durch eine schützende Polymerhülle umgeben sind.

Als immobilisierte Trägerkatalysatoren können die Nanopartikel in Gelen, besonders Hydrogelen, homogen oder inhomogen verteilt oder auch an der Oberfläche ansässig sein. Neben den Trägermaterialien Aluminiumoxid, Siliciumdioxid, Titandioxid kommen auch Aktivkohle, Alumosilikate und Ionentauscherharze in Betracht.

Schließlich sind auch Membrananordnungen möglich, bei denen die aktive Komponente in, auf oder zwischen Membranen (z.B. Hohlfasern, Diffusionsmembranen, poröse Membranen und Flachmembranen) aufgebracht sind.

Die Katalysatoren können entsprechend der Art des Katalysators und des jeweiligen Reaktors z.B. als Kugeln, Perlen, Zylinder, Hohlzylinder, Netze, Pulver, Presslinge, Granulate, Hohlkugeln, Fasern und Folien ausgeführt sein.

Das Verfahren selbst kann sowohl in kontinuierlich, semikontinuierlich oder auch in absatzweise arbeitenden Anlagen angewendet werden.

Als Reaktoren kommen je nach verwendetem Katalysator z.B. Festbettreaktoren, Reaktoren mit expandierenden Festbetten, Fließbettreaktoren, Wirbelschichtreaktoren, Rührschichtreaktoren, Rührreaktoren und Membranreaktoren in Betracht. Diese Systeme können mit oder ohne Katalysator- bzw. Flüssigkeitsrückführung betrieben werden. Die Systeme können soweit erforderlich auch mit geeigneten Bauteilen zur Katalysatorrückhaltung, z.B. mit Zyklonen, Filtern und Membranen versehen werden.

Bevorzugte Anwendung finden die erfindungsgemäßen Katalysatoren für die Oxidation von Kohlenhydraten.

#### Beispiel 1:

*Herstellung von PVP-stabilisierten Platinkolloiden.*

3,27 g Polymer (Polyvinylpyrrolidon-PVP) werden in 300 ml Methanol gelöst, gegebenenfalls muß die Lösung leicht erhitzt werden, damit sich das Polymer vollständig löst. Nach dem Auflösen des Polymers werden 398,2 mg (0,769 mmol) Platin(IV)-chlorowasserstoffsäure-hexahydrat ( $\text{H}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) (Platingehalt 150 mg) und 291,6 mg (7,29 mmol) NaOH dazugegeben und unter Rückfluß gekocht. Auch hierbei verfärbt sich die Lösung bei der Zugabe von Platin(IV)-chlorowasserstoffsäure-hexahydrat gelb. Nach der Reduktion wird weitere 60 Minuten unter Rückfluß gekocht. Die Reduktion erfolgt erst nach ca. 30minütigem Sieden schlagartig. Die Reduktion ist auch hierbei daran zu erkennen, daß sich ein braun-schwarzes kolloidales Sol bildet. Nach dem Erkalten des Sols wird der nicht umgesetzte Alkohol dialytisch entfernt. Bei der Dialyse wird das kolloidale Sol kontinuierlich durch das intrakapillare Volumen eines Hohlfaserdialysatormoduls (Fresenius Modell F5 HPS) im Gegenstrom zu deionisiertem Wasser im extrakapillaren Volumen umgepumpt. Beim Dialysieren wird das kolloidale Sol vollständig zurückgehalten.

#### Beispiel 2:

*Trägerung des Pt-Kolloids auf  $\text{Al}_2\text{O}_3$*

4,69 g  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (HL 1000) in Form von hochporösen Partikeln werden zu einer 50 mg Pt enthaltende kolloidale Lösung gegeben. Anschließend werden 1,15 ml Ameisensäure dazugegeben und über Nacht gerührt. Die Lösung wird im Laufe der Zeit klar. Das Reaktionsgemisch wird über eine G4 Fritte abgefrittet. Der Feststoff wird erst mit Methanol und anschließend mit dest. Wasser gewaschen und im Trockenschrank getrocknet.

#### Beispiel 3:

*Sorboseoxidation*

Zur Bestimmung der Sorboseabbauaktivität wird der Reaktor mit 150 ml Katalysatorsuspension befüllt. Vor den Einsätzen wird die Reaktionssuspension 30 Minuten mit Wasserstoff begast, um andere Gase, vor allem Sauerstoff, aus der Reaktionslösung zu verdrängen.

gen und um den Katalysator zu aktivieren. Um den gelösten Wasserstoff aus der Reaktionssuspension zu stripfen, wird die Lösung ca. 15 Minuten mit Stickstoff begast. Unter Stickstoffbegasung werden 7,5 g Sorbose zu der Lösung gegeben und auf 50 °C Reaktionstemperatur erwärmt. Anschließend wird der pH-Wert auf pH 7,3 eingestellt. Nachdem die Reaktionssuspension 50 °C erreicht hat, wird sie dann mit Sauerstoff begast, d.h. die Reaktion ist damit gestartet, wobei die Begasungsrate am Anfang sehr hoch ist, damit man eine schnelle Sättigung der Reaktionssuspension erreicht. Nachdem man eine vollständige Sättigung (ca. 95 %) erreicht hat, wird die Begasungsrate reduziert. Der Sättigungsgrad wird mittels der Sauerstoffelektrode überwacht und die Begasungsrate gegebenenfalls wieder erhöht, so daß die Reaktion über den gesamten Reaktionsverlauf gesättigt bleibt. Die Reaktionsdauer betrug pro Einsatz 24 Stunden. Danach wurde der Katalysator der erwähnten Regenerationsbehandlung unterworfen und ist dann für den nächsten Einsatz vorbereitet.

#### Beispiel 4:

##### *Vergleichsversuch*

Für die in Beispiel 3 dargestellte Sorboseoxidation ist der gemäß Beispiel 1 und 2 hergestellte polymergeschützte Platinkolloidkatalysator in wiederholten Reaktionsläufen auf seine Aktivität hin untersucht worden. Die dabei entstandenen Meßergebnisse sind in Figur 1 dargestellt und zeigen, daß die Aktivität des Katalysators über viele Einsätze (von je 24 Stunden) praktisch unverändert bleibt, während ein herkömmlicher Platinkatalysator auf  $\text{Al}_2\text{O}_3$  nach vergleichbaren Einsätzen eine auf 20 bis 30 % reduzierte Aktivität aufweist, wie Figur 2 verdeutlicht. Mittels Atomabsorptionsspektroskopie wurde ermittelt, daß der herkömmliche Platinkatalysator nach 6 Einsätzen bereits 28 % Platin verloren hatte, während der erfindungsgemäße Katalysator keine Verluste aufwies.

Beispiel 5:

Figur 3 verdeutlicht den Aktivitätsverlauf bei einem erfindungs-  
 gemäßen Katalysator analog Figur 1 die ansonsten durchgeführte  
 regenerierende Begasung mit Wasserstoff gemäß Beispiel 3 unter-  
 lassen worden ist, wodurch die Aktivität beim elften Einsatz  
 erheblich reduziert worden ist. Durch eine danach erfolgende  
 Begasung mit Wasserstoff wird jedoch die ursprüngliche Aktivität  
 wieder hergestellt, wie sich am zwölften Einsatz gemäß Figur 3  
 zeigt. Die Desaktivierung ohne Regenerationsbehandlung ist daher  
 reversibel.

Beispiel 6:*Glucoseoxidation*

Zur Bestimmung der Glucoseabbauaktivität wird der Reaktor mit  
 100 ml Katalysatorsuspension befüllt. Vor den Einsätzen wird die  
 Reaktionssuspension 15 Minuten mit Stickstoff begast, um andere  
 Gase, vor allem Sauerstoff, aus der Reaktionslösung zu verdrän-  
 gen. Unter Stickstoffbegasung werden 10 g Glucose zu der Lösung  
 gegeben und auf 50 °C Reaktionstemperatur erwärmt. Anschließend  
 wird der pH-Wert auf pH 9,5 eingestellt. Nachdem die Reaktions-  
 suspension 50 °C erreicht hat, wird sie dann mit Sauerstoff be-  
 gast, d.h. die Reaktion ist damit gestartet, wobei die Bega-  
 sungsrate am Anfang sehr hoch ist, damit man eine schnelle Sät-  
 tigung der Reaktionssuspension erreicht. Nachdem man eine voll-  
 ständige Sättigung (ca. 95 %) erreicht hat, wird die Begasungs-  
 rate reduziert. Der Sättigungsgrad wird mittels der Sauerstoff-  
 elektrode überwacht und die Begasungsrate gegebenenfalls wieder  
 erhöht, so daß die Reaktion über den gesamten Reaktionsverlauf  
 gesättigt bleibt. Figur 4 verdeutlicht, daß die Aktivität des  
 Katalysators nach mehreren Einsätzen zu jeweils 4 Stunden allen-  
 falls schwach zurückgeht, während herkömmliche Katalysatoren  
 nach spätestens 4 Einsätzen praktisch unbrauchbar sind, weil die  
 Aktivität auf 20 % oder darunter abgesunken ist.

## Zusammenfassung

Zur industriellen Oxidation von Alkoholen, Aldehyden oder Polyhydroxyverbindungen in wässriger Phase wird erfindungsgemäß die Oxidation katalytisch unter Verwendung eines aus polymerstabilisierten Nanopartikeln gebildeten Edelmetallkatalysators vorgenommen. Ein derartiger Katalysator wird durch die Oxidationsreaktion nicht desaktiviert, solange die stabilisierende Wechselwirkung zwischen Polymer und Nanopartikeln erhalten bleibt.

**GRAMM, LINS & PARTNER**  
**Patent- und Rechtsanwaltssozietät**  
Gesellschaft bürgerlichen Rechts

GRAMM, LINS & PARTNER GbR, Theodor-Heuss-Str. 1, D-38122 Braunschweig

Herrn  
Prof. Dr. Klaus-Dieter Vorlop  
Hochstraße 7

38102 Braunschweig

Unser Zeichen/Our ref.:  
1752-006 DE-1

**Braunschweig:**

Patentanwalt Prof. Dipl.-Ing. Werner Gramm\*\*  
Patentanwalt Dipl.-Phys. Dr. jur. Edgar Lins\*\*  
Rechtsanwalt Hanns-Peter Schrammek  
Patentanwalt Dipl.-Ing. Thorsten Rehmann\*\*  
Patentanwalt Dipl.-Ing. Justus E. Funke\*\*(+1997)  
Rechtsanwalt Christian S. Drzymalla  
Patentanwalt Dipl.-Phys. Ulrich H. Bremer\*\*  
Patentanwalt Dipl.-Ing. Hans Joachim Gerstein\*\*

**Hannover:**

Patentanwältin Dipl.-Chem. Dr. Martina Läufer\*\*

\* European Patent Attorney  
\* European Trademark Attorney

Datum/Date

16. März 1999

**Ansprüche**

1. Verfahren zur industriellen Oxidation von Alkoholen, Aldehyden oder Polyhydroxyverbindungen in wässriger Phase, dadurch gekennzeichnet, daß die Oxidation katalytisch unter Verwendung eines aus polymerstabilisierten Nanopartikeln gebildeten Edelmetallkatalysators vorgenommen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Edelmetallkatalysator ein Monometallkatalysator verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Edelmetallkatalysator Platin oder eine Platinlegierung verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Edelmetallkatalysator wenigstens zwei Edelmetalle verwendet werden.

**Hannover:** Koblenzer Straße 21  
D-30173 Hannover  
Bundesrepublik Deutschland  
Telefon 0511 / 988 75 07  
Telefax 0511 / 988 75 09

Antwort bitte nach / please reply to:

**Braunschweig:** Theodor-Heuss-Straße 1  
D-38122 Braunschweig  
Bundesrepublik Deutschland  
Telefon 0531 / 28 14 0-0  
Telefax 0531 / 28 140 28

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Edelmetallkatalysator mit wenigstens einem Promotormetall gebildet ist.
- 5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in die wässrige Phase kontinuierlich oder in geeigneten Zeitabständen eine Zugabe des die Nanopartikel stabilisierenden Polymers erfolgt.
- 10 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Edelmetallkatalysator polymerstabilisierte Nanopartikel verwendet werden, die in einer Membrananordnung gehalten werden.
- 15 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß mit einem Trägermaterial immobilisierte Nanopartikel als Edelmetallkatalysator verwendet werden.
9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß als  
20 Trägermaterial ein poröses Material in zusammenhängender oder Pulverform verwendet wird.
10. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die  
25 polymerstabilisierten Nanopartikel in einer Gelstruktur immobilisiert werden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10 zur Oxidation von Kohlenhydraten.

Pt-PVP-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Sorbseoxidation)

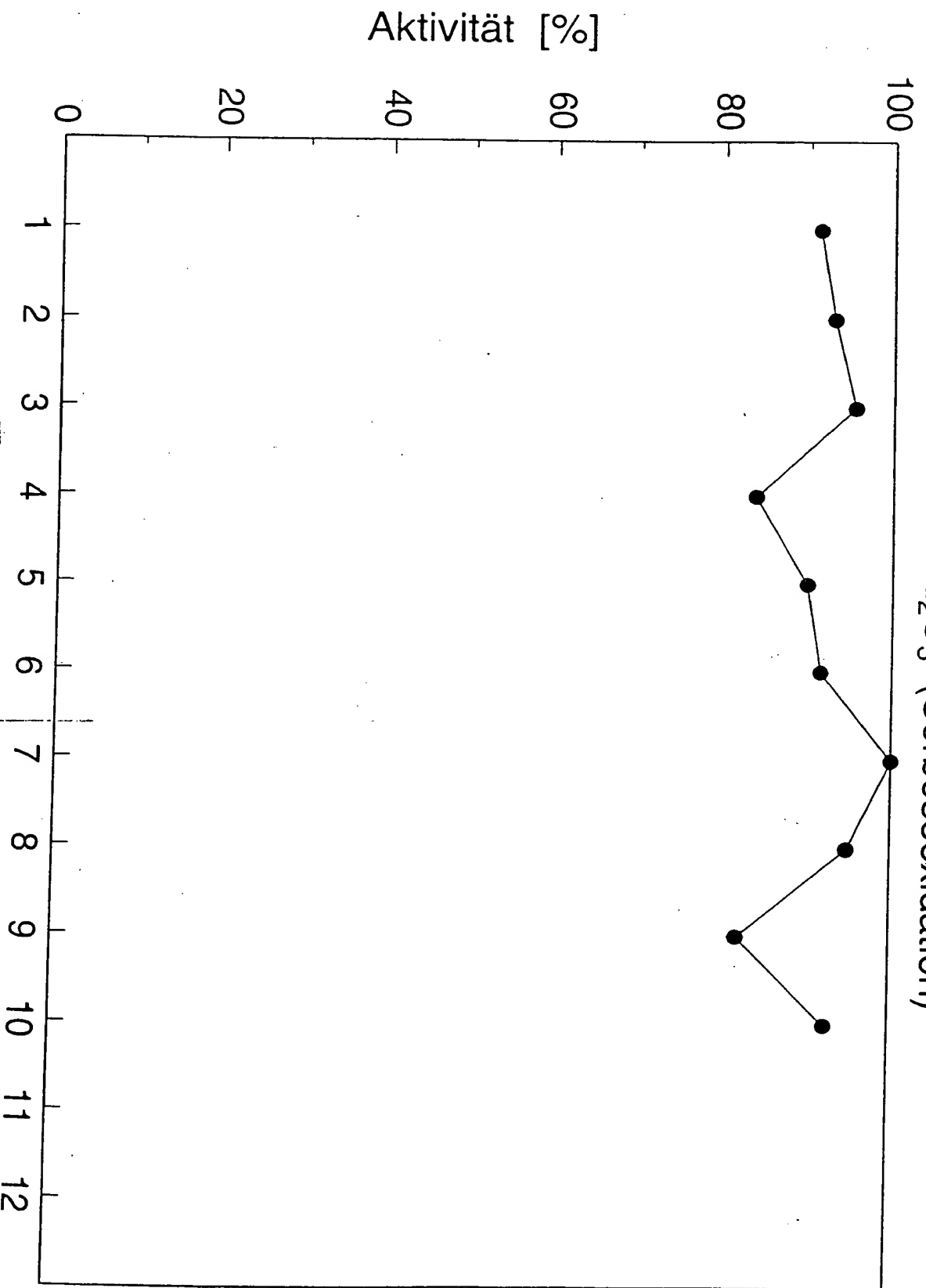


Fig. 1

Eintritt